

**LAPORAN PENELITIAN**



**REKAYASA MODEL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO  
SKALA LABORATORIUM GUNA Mendukung PEMBELAJARAN  
MATA KULIAH KONVERSI ENERGI DAN MEKANIKA FLUIDA  
DI JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN FT UNY**

**Fredy Surahmanto, S.T., M.Eng.**

**197701132005011001**

**Ir. Muh. Khotibul Umam Hasan, M.T.**

**196506181994031002**

Penelitian ini didanai dengan Dana DIPA BLU UNY Tahun 2014

No. Kontrak: **1435.a.4/UN34.15/PL/2014**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**2015**



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
**FAKULTAS TEKNIK**  
Alamat: Karangmalang Yogyakarta 55281  
Telp. 586168 pes. 292, 276, Telp & Fax: (0274) 586734



### HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN

1. Judul : Rekayasa Model Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Skala Laboratorium Guna Mendukung Pembelajaran Mata Kuliah Konversi Energi di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY
2. Ketua Pelaksana Penelitian :
  - a. Nama Lengkap : Fredy Surahmanto, S.T., M.Eng.
  - b. Tempat, Tanggal Lahir : Sleman, 13 Januari 1977
  - c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
  - d. Program Studi : Teknik Mesin
  - e. Jurusan : Pendidikan Teknik Mesin
  - f. Alamat Rumah : Ganchan V, Sidomulyo, Godean, Sleman
  - g. Telpon/Faks/HP : 081229510076
  - h. Alamat E-mail : surahmantofredy@gmail.com
  - i. Bidang Keahlian : Konversi Energi
3. Jenis Penelitian : Penelitian Dosen Muda
4. Jumlah Tim Peneliti : Ketua : 1 orang  
Anggota : 1 orang
5. Lokasi Penelitian : Pendidikan Teknik Mesin FT UNY
6. Biaya Yang Diperlukan :
  - a. Sumber dari Fakultas : Rp 3.000.000,-
  - b. Sumber lain : Rp 0,-Jumlah : Rp 3.000.000,- (tiga juta rupiah)

Yogyakarta, 09 September 2015

Dekan Fakultas Teknik

Ketua BPP Jurusan

Peneliti

( Dr. Moch. Bruri Triyono)  
NIP.195602161986031003

( Prof. Dr. Sudji Munadi, M.Pd.)  
NIP. 195303101978031003

(Fredy Surahmanto, S.T., M.Eng.)  
NIP.197701132005011001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke Hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat-Nya, Laporan Penelitian berjudul “Rekayasa Model Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Skala Laboratorium Guna Mendukung Pembelajaran Mata Kuliah Konversi Energi di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY” ini dapat diselesaikan, sebagai salah satu kegiatan yang sejalan dan memenuhi Undang-Undang Guru dan Dosen No. 14 tahun 2005 pasal 60, yang menyatakan bahwa dosen berkewajiban melaksanakan pendidikan, penelitian, dan pengabdian pada masyarakat. Dalam kesempatan ini kami haturkan banyak terimakasih, kepada:

1. Dr. Bruri Triyono, Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta (FT UNY),
2. Dr. Wagiran, Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY,
3. Prof. Dr. Sudji Munadi, M.Pd., Ketua BPP Jur. Pendidikan Teknik Mesin FT UNY, serta
4. Rekan – rekan dosen dan teknisi di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY.

atas segala binaan, bimbingan arahan dan kerjasama yang baik sehingga kegiatan penelitian kami dapat terlaksana dengan baik dari awal sampai akhir.

Kami menyadari bahwa masih terdapat kekurangan baik dalam pelaksanaan maupun laporan pelaksanaan penelitian ini, oleh karenanya, dengan senang hati, akan kami terima saran membangun bagi pelaksanaan di kemudian hari. Terimakasih.

Yogyakarta, 09 September 2015

Peneliti



## DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR LAMPIRAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	2
C. Batasan Masalah.....	2
D. Rumusan Masalah.....	3
E. Tujuan Penelitian.....	3
F. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	4
A. Tenaga Mikrohidro.....	4
B. Keuntungan Penggunaan Mikrohidro.....	4
C. Dasar Teori.....	5
BAB III METODE PENELITIAN.....	7
A. Proses Desain.....	7
B. Gambaran Sistem.....	7
C. Arah Desain.....	8
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	9
A. Skema Sistem.....	9
B. Gambar Peralatan.....	10
C. Uji Kinerja Peralatan.....	12
D. Praktikum yang Mungkin Dikembangkan.....	18
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	19
A. Kesimpulan.....	19
B. Saran.....	19
DAFTAR PUSTAKA.....	20
LAMPIRAN.....	21

## DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
LAMPIRAN 1 DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENELITI.....	21
LAMPIRAN 2 BIAYA PENELITIAN.....	25
LAMPIRAN 3 JADWAL PENELITIAN.....	26
LAMPIRAN 4 LAPORAN PELAKSANAAN SEMINAR HASIL PENELITIAN...	27
LAMPIRAN 5 DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL PENELITIAN.....	28

## Abstrak

Untuk tercapainya sasaran dalam pendidikan vokasi sangatlah nyata bahwa kelengkapan dan kualitas laboratorium/bengkel menjadi sebuah penentu keberhasilan pendidikan vokasi. Maka ketersediaan peralatan praktikum yang mencakup model peralatan nyata, terkait pengetahuan teoretik yang diajarkan dalam mata kuliah teori, menjadi prasyarat mutlak.

Berangkat dari pemikiran dan kenyataan di atas, peneliti berpendapat bahwa sangatlah penting dan genting untuk merealisasikan ketersediaan alat praktikum/model peralatan skala laboratorium untuk mendukung pembelajaran teoretik sehingga institusi pendidikan vokasi akan selalu secara kreatif mampu mengikuti perkembangan teknologi dan memenuhi kebutuhan industri yang selalu berkembang.

Dalam penelitian ini, dibuat model pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala laboratorium dengan spesifikasi: debit pancaran air pada nosel maksimum sebesar 18 liter/menit dan daya listrik yang dibutuhkan untuk menjalankan peralatan 125 Watt, dilengkapi alat ukur debit, maksimum : 18 L/menit, alat ukur tekanan, maksimum : 6 kg/cm<sup>2</sup> (90 psi). Model pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala laboratorium yang dibuat tersebut dapat digunakan dalam pembelajaran mata kuliah konversi energi dan mekanika fluida.

Tetapi alat ini masih perlu pengembangan lebih lanjut yang meliputi peningkatan ketelitian (kepresisian) pemasangan antar komponen yang akan berakibat pada kelurusan (*alignment*) rangkaian, kerapatan penyambungan yang akan sangat berpengaruh pada ada tidaknya kebocoran air yang mengalir dalam saluran. Perlu dilanjutkan penyempurnaan alat sehingga sampai output tegangan listrik yang dihasilkan.

Untuk pengembangan alat lebih lanjut dimungkinkan pula untuk dibuat alternatif susunan peralatan, sebagai berikut: tiap nosel diberi pengukur tekanan dan debit, sehingga tekanan dan debit bisa dilihat dan diukur untuk tiap nosel; pada nosel diberi dudukan atau landasan sehingga sudut dan posisi nosel dapat dipastikan terhadap bilah, hal ini terkait dengan torsi yang dihasilkan bilah; pengembangan bentuk dan susunan bilah/sudu, serta penambahan *casing* penutup di bagian perangkat nosel-wadah sehingga air tidak terlempar ke luar area wadah.

## BAB I PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan vokasi merupakan istilah umum dan mencakup semua bentuk pendidikan yang mengarah pada pemenuhan kualifikasi terkait suatu profesi tertentu, seni atau pekerjaan yang menyediakan latihan yang diperlukan dan ketrampilan yang sesuai, meliputi pengetahuan teknis, sedemikian sehingga peserta didik mampu berlatih pada profesi, seni atau kegiatan, pada tingkat umur dan tingkat pelatihan, secara mandiri, meskipun pelatihan juga berisi juga elemen-elemen pendidikan umum (Kotsikis, 2007).

Sementara itu, pelatihan vokasi secara umum didefinisikan sebagai bagian dari pendidikan vokasi yang menyediakan pengetahuan dan ketrampilan professional khusus, yang melengkapi peserta latih dengan kecukupan profesional dan merupakan fokus dari setiap program pelatihan vokasi. Pelatihan vokasi dapat dilihat sebagai sebuah kegiatan atau serangkaian kegiatan dalam rangka menularkan pengetahuan teoretik dan juga ketrampilan professional yang diperlukan untuk jenis tertentu pekerjaan (Kotsikis, 2007).

Sebagai sebuah kebijakan pendidikan, ia mengacu pada pelatihan vokasi terdahulu, yang sarasanya berhubungan dengan tawaran dan permintaan akan kekhususan tertentu, sebagaimana dibentuk karakteristik struktural setiap wilayah ekonomi (Efstratoglou & Nikolopoulou, 2011).

Untuk tercapainya sasaran dalam pendidikan vokasi tersebut, sangatlah nyata bahwa kelengkapan dan kualitas laboratorium/bengkel menjadi sebuah penentu keberhasilan pendidikan vokasi. Maka tidaklah berlebihan kiranya, bahwa ketersediaan peralatan praktikum yang mencakup model peralatan nyata, terkait pengetahuan teoretik yang diajarkan dalam mata kuliah teori, tentunya menjadi prasyarat mutlak.

Disadari bahwa peralatan-peralatan yang terdapat di pasaran belum semuanya mampu memenuhi setiap kebutuhan akan peralatan atau model sistem tertentu yang dikehendaki dalam suatu institusi pendidikan, dikarenakan berbagai faktor, antara lain: baik oleh optimasi antara harga dengan fungsi peralatan, efisiensi dan efektivitas peralatan, maupun ketidaksesuaian antara ekpektasi akan fitur, fungsi, dengan peralatan yang tersedia di pasaran.

Sebagai contoh dalam pembelajaran mata kuliah teoretik Konversi Energi ataupun Mekanika Fluida, sebuah model peralatan sistem pembangkit listrik tenaga air dapat menjadi suatu model yang lebih menginspirasi dan mendukung dalam pemahaman peserta didik akan teori yang diajarkan dalam mata kuliah teoretik tersebut, akan tetapi, mendapatkan sebuah model peralatan *built-up* dari pasaran tentunya menjadi suatu kendala tersendiri.

Berangkat dari pemikiran dan kenyataan di atas maka peneliti berpendapat bahwa sangatlah penting dan genting untuk merealisasikan ketersediaan alat praktikum/model peralatan skala laboratorium untuk mendukung pembelajaran teoretik sehingga institusi pendidikan vokasi akan selalu secara kreatif mampu mengikuti perkembangan teknologi dan memenuhi kebutuhan industri yang selalu berkembang.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berangkat dari latar belakang masalah, dapat diidentifikasi berbagai masalah sebagai berikut:

1. Diperlukan model peralatan skala laboratorium yang mendukung pembelajaran.
2. Diperlukan model peralatan skala laboratorium dengan biaya terjangkau.
3. Diperlukan laboratorium pendidikan vokasi yang kondusif dan representatif bagi proses pembelajaran mata kuliah-mata kuliah terkait.
4. Diperlukan pengembangan laboratorium pendidikan vokasi dengan langkah tepat dan strategis.
5. Tidak semua peralatan pendukung pembelajaran yang tersedia di pasaran dapat dimiliki dengan biaya terjangkau.
6. Tidak mudah mendapatkan model peralatan skala laboratorium yang representatif.
7. Tidak mudah mendapatkan model peralatan skala laboratorium dari pasaran dalam waktu yang cepat.

## **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan masalah-masalah yang teridentifikasi, maka masalah yang hendak diteliti dibatasi pada desain dan pembuatan alat peraga/model pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala laboratorium yang compact dan representatif (catatan: tetapi untuk tahap penelitian ini masih dibatasi pada output putaran poros turbin) serta dapat digunakan dalam pembelajaran mata kuliah konversi energi dan mekanika fluida.



#### **D. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang berangkat dari batasan masalah di atas dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Seperti apakah alat peraga/model pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala laboratorium yang *compact* dan representatif?
2. Apakah model pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala laboratorium yang dibuat, dipastikan dapat digunakan dalam pembelajaran mata kuliah konversi energi dan mekanika fluida?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini ditujukan untuk:

1. Mampu membuat model pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala laboratorium yang *compact* dan representatif.
2. Memastikan model pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala laboratorium yang dibuat dapat digunakan dalam pembelajaran mata kuliah konversi energi dan mekanika fluida.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, maka hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan:

1. Inspirasi bagi pengembangan model-model peralatan berskala laboratorium yang mendukung pembelajaran mata kuliah terkait secara efisien, mandiri dengan biaya terjangkau.
2. Modal awal bagi pengembangan laboratorium pendidikan vokasi yang maju dan menjadi rujukan industri maupun sekolah menengah kejuruan.

## BAB II KAJIAN PUSTAKA

### A. Tenaga Mikrohidro

Air yang mengalir maupun air terjun memiliki energi potensial. Tenaga air berasal dari konversi energi dalam air yang mengalir tersebut dengan turbin menjadi tenaga mekanis berguna untuk menggerakkan generator yang akan membangkitkan listrik. Bagian ini merupakan inti system tenaga mikrohidro yang dilengkapi dengan mekanisme control sehingga menjamin tenaga listrik stabil. Selanjutnya, jaringan transmisi akan menyalurkan tenaga listrik ini ke tujuan/pengguna. Sistem tenaga air skala kecil mendapatkan animo masyarakat yang cukup besar sebagai sumber tenaga listrik terbarukan yang menjanjikan untuk keperluan skala rumah tangga, taman-taman maupun daerah terpencil. Sistem tenaga air skala kecil (*microhydro*) merupakan sumber tenaga yang relatif kecil yang sangat sesuai untuk penggunaan yang tidak bergantung pada pasokan listrik PLN (Pembangkit Listrik Negara). Sistem tenaga listrik mikrohidro dapat diklasifikasikan sebagai besar, sedang, mini, dan mikro menurut kapasitas pembangkitan tenaga yang dipasang. Tenaga atau daya listrik diukur dalam satuan watt (W), Kilowatt (KW) atau Megawatt (MW). Sistem tenaga mikrohidro secara umum mempunyai kapasitas pembangkitan di bawah 100 KW.

### B. Keuntungan Penggunaan Mikrohidro

Bergantung pada kondisi masing-masing, banyak orang merasa perlu untuk mengembangkan sumber energi listrik. Sumber – sumber energi terbarukan yang lain seperti angin, surya, gelombang air laut, dan lain sebagainya, dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga listrik. Pemilihan terhadap sumber-sumber energi dipengaruhi oleh berbagai faktor, meliputi ketersediaan, keekonomian, dan kebutuhan tenaga. Sistem tenaga mikrohidro menawarkan sumber listrik yang stabil, ekonomis dan terbarukan. Teknologi ini mampu menyediakan listrik sekecil 1000 W secara murah dan dapat dinikmati bertahun-tahun dengan biaya kompetitif, apabila didisain serta diimplementasikan secara tepat. Tanpa sumber-sumber energi terbarukan seperti tenaga air, bahan bakar fosil sejauh ini dapat digunakan untuk pemenuhan akan

kebutuhan energy, akan tetapi kenaikan harga dan biaya maintenance membuatnya mahal dalam pengoperasiannya.

Instalasi pembangkit tenaga mikrohidro, di waktu lampau, dinilai murah dalam operasional namun mahal dalam pembangunannya. Akan tetapi, kini berubah, dengan ditemukannya peralatan turbin berkecepatan lebih tinggi, dan efisien serta lebih kecil dan lebih ringan. Didukung pula dengan sistem control beban dan kecepatan yang lebih murah serta pipa penstock plastic dengan harga terjangkau. Investasi modal system tenaga air masih lebih mahal daripada peralatan diesel untuk kapasitas setara. Akan tetapi, umur yang panjang. Biaya operasi rendah dan sisi terbarukan dari system ini menjadikan investasi menarik untuk banyak aplikasi.

Sistem tenaga mikrohidro menjadi sumber energi yang tidak pernah habis dan tidak mengakibatkan polusi yang menyediakan tenaga handal sejak masa lampau dan merupakan sumber energi terbarukan yang menjanjikan di masa depan.

### C. Dasar Teori

Hukum pertama Termodinamika menyatakan bahwa perubahan jumlah energi dalam di dalam sebuah system sama dengan jumlah energi oleh pemanasan dikurangi dengan jumlah energy yang hilang dari system akibat kerja yang diberikan ke lingkungan. Berlaku:

$$\Delta E = Q - W$$

dengan:

$\Delta E$  : Total Perubahan Energi Dalam Sistem (J)

$Q$  : Energi yang Diberikan ke Sistem oleh Panas (J)

$W$  : Keseluruhan Energi yang Hilang ke Lingkungan (J)

Prinsip dasar dalam mekanika fluida ialah bahwa cairan akan mengalir di antara dua lokasi hanya apabila terdapat beda tekanan antara keduanya. Dengan kata lain, cairan akan mengalir dari lokasi bertekanan tinggi menuju lokasi bertekanan rendah. Kenaikan tekanan dari suatu titik ke titik lainnya disebabkan oleh percepatan gravitasi atau perubahan ketinggian, gesekan dan perubahan energy kinetic. Persamaan Bernoulli yang diturunkan dari Hukum Kedua Newton, dapat digunakan ketika mengkaji dinamika fluida dan berlaku untuk aliran kompresibel maupun inkompresibel. Berlaku:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

dengan:

P : tekanan pada titik 1 atau titik 2 ; (N/m<sup>2</sup>)

V : kecepatan fluida pada titik 1 atau titik 2; (m/s)

ρ : densitas fluida; (kg/m<sup>3</sup>)

g : percepatan gravitasi; (m/s<sup>2</sup>)

h : lokasi titik 1 atau titik 2 (m)

Efisiensi sistem keseluruhan akan dievaluasi berdasarkan daya yang dibangkitkan dikaitkan dengan daya air. Berlaku:

$$\eta = \frac{\text{Daya yang dibangkitkan}}{\text{Daya hidrolik}} = \frac{V \cdot I}{P \cdot Q}$$

dengan:

η : Efisiensi

P : Tekanan Inlet Air (N/m<sup>2</sup>)

Q : Laju Aliran Air (m<sup>3</sup>/s)

V : Voltase (V)

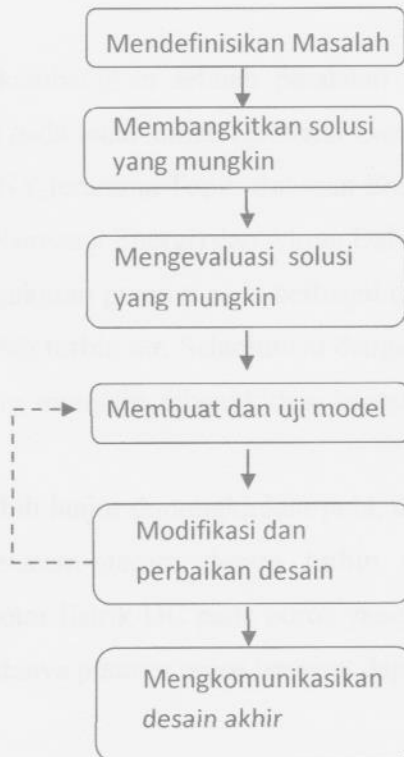
I : Arus yang dibangkitkan (I)

### BAB III

## METODE PENELITIAN

#### A. Proses Desain

Proses desain seluruhnya digambarkan dalam enam langkah berikut:



Gambar 3.1. Diagram Alir Proses Desain

#### B. Gambaran Sistem

Desain sistem meliputi pompa dan pemipaan yang digunakan untuk menghasilkan aliran air yang dipancarkan melalui dua buah nosel yang saling berlawanan arah dan posisi satu nosel di sebelah atas dan yang lain di sebelah bawah sumbu poros turbin. Pancaran air dari salah satu atau kedua nosel tersebut akan mengenai permukaan bilah turbin sehingga menghasilkan putaran poros. Putaran poros diukur dengan alat pengukur putaran, dalam hal ini tachometer. Dengan



mengatur katup pengatur aliran, dilakukan variasi debit aliran air (terbaca pada *flowmeter* yang dipasang pada perangkat) sehingga berpengaruh pada kecepatan pancaran air yang keluar dari nosel dan pada akhirnya berpengaruh pada putaran poros turbin. Desain sistem mempertimbangkan aliran dan head yang optimal sedemikian hingga turbin dapat bekerja.

### C. Arah Disain

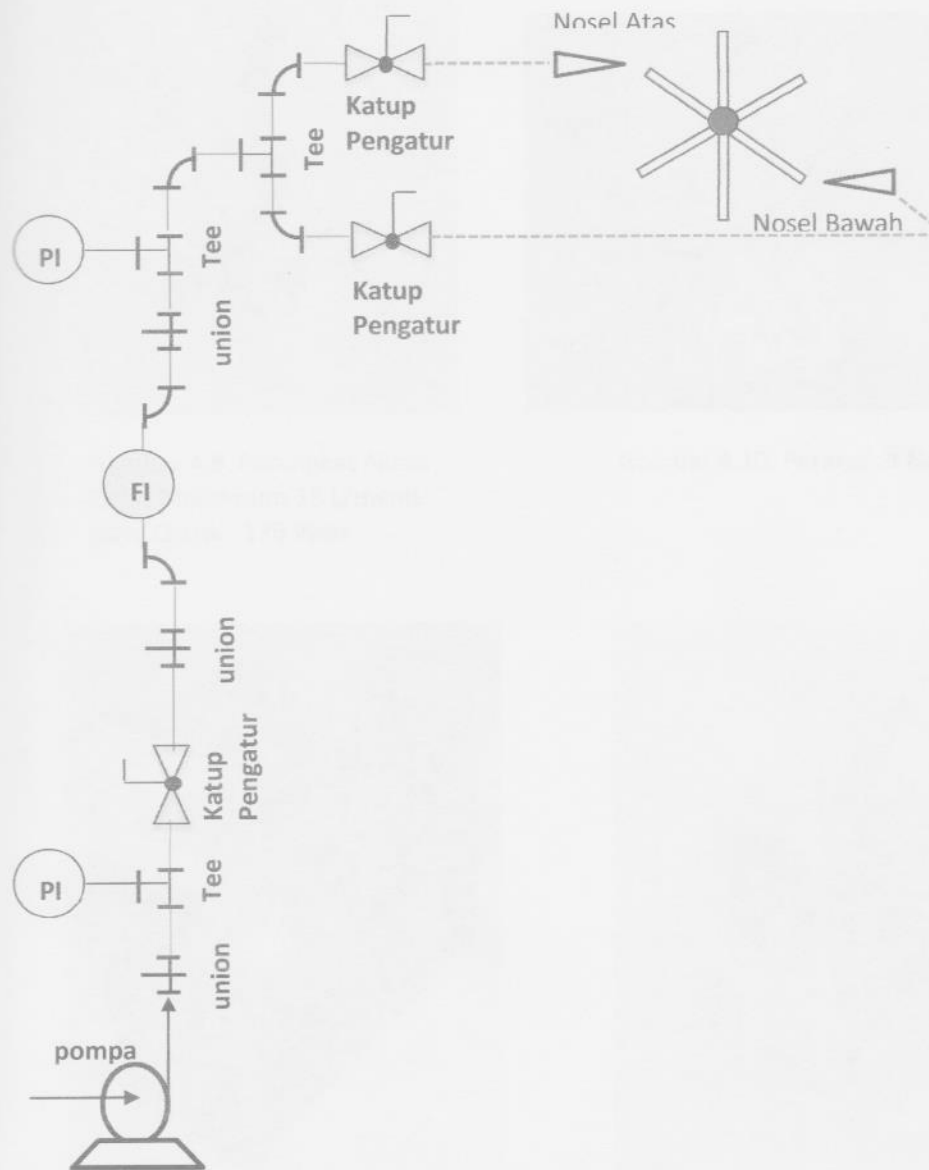
Dalam penelitian ini dikembangkan sebuah peralatan yang diharapkan dapat digunakan sebagai peraga pembelajaran pada mata kuliah Konversi Energi dan Mekanika Fluida di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin UNY terutama Topik Bahasan Energi Terbarukan terkait Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Konversi Energi) dan Aliran Dalam Pipa (Mekanika Fluida). Dengan alat ini dapat dilakukan pengukuran putaran pada berbagai debit pancaran air yang keluar nosel dan mengenai permukaan bilah turbin air. Selanjutnya dengan berbagai asumsi dapat dilakukan perhitungan daya listrik yang mungkin dibangkitkan bersesuaian dengan putaran poros yang dihasilkan.

Untuk pengembangan lebih lanjut dimungkinkan pula, dilakukan pengujian putaran turbin dengan menggunakan bermacam-macam desain turbin air dan bahkan dapat dilakukan penambahan pemasangan motor listrik DC pada poros yang berputar sehingga tegangan listrik yang dibangkitkan dengan adanya putaran poros tersebut dapat diukur.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Skema Sistem

Berikut adalah skema sistem peralatan yang telah dibuat:

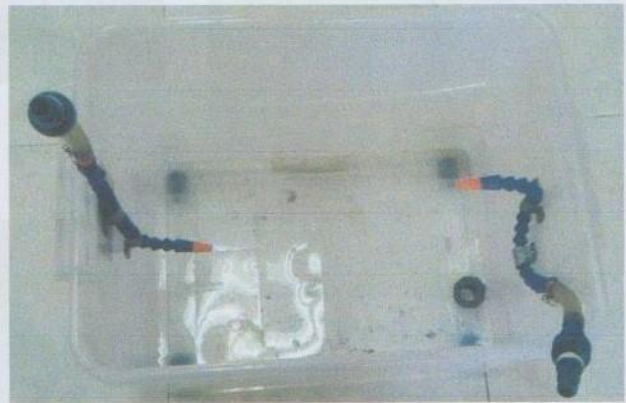


## B. Gambar Peralatan

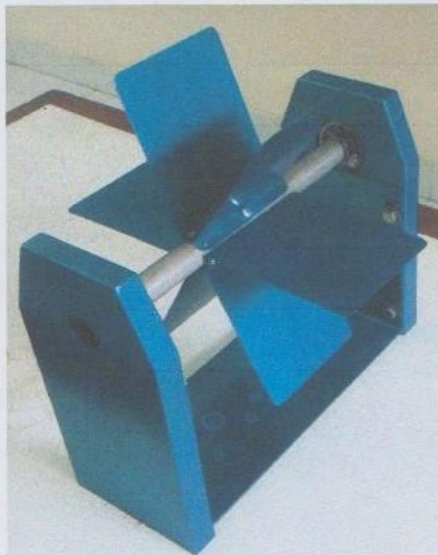
Berikut ini adalah gambar dari peralatan yang telah dibuat:



Gambar 4.8. Perangkat Aliran  
Debit Maksimum 18 L/menit.  
Daya Listrik : 125 Watt



Gambar 4.10. Perangkat Nosel



Gambar 4.9. Perangkat turbin



Gambar 4.11. Perangkat Nosel – Turbin





Gambar 4.12. Sistem Lengkap



Gambar 4.13. Alat Ukur Debit Air  
Merk: Wiebrock, Kemampuan ukur  
maksimum 18 L/menit



Gambar 4.14. Alat Ukur Tekanan Air  
Merk: Wipro, Kemampuan ukur  
maksimum : 6 kg/cm<sup>2</sup> (90 psi)



Gambar 4.14. Alat Ukur Putaran Poros  
Tachometer. Krishow KW0600563

### C. Uji Kinerja Peralatan

#### 1. Debit versus Putaran Poros untuk Pancaran Air dari Nosel Atas dan Bawah

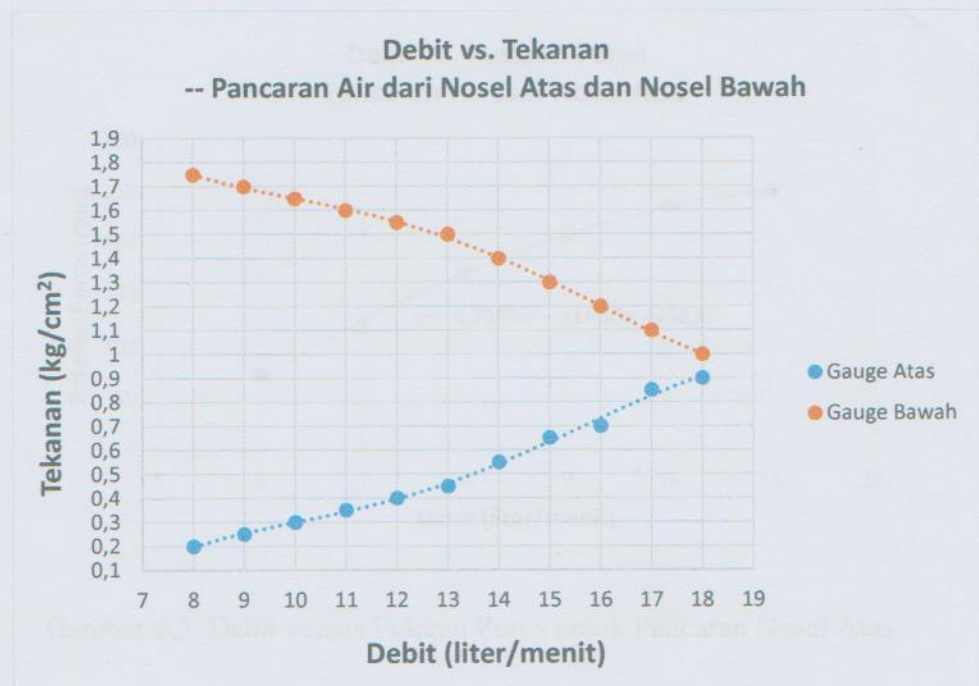
Dalam percobaan dengan model ini dilakukan pengukuran putaran poros turbin air terhadap debit air yang dipancarkan dari kedua nosel yaitu nosel pada posisi sebelah atas poros turbin dan pada posisi sebelah bawah poros turbin.



Gambar 4.1. Debit versus Putaran Poros untuk Pancaran Nosel Atas dan Bawah

Dari percobaan tersebut, diperoleh hubungan debit terhadap putaran poros turbin air seperti ditunjukkan oleh Gambar 4.1. yang menyatakan bahwa putaran poros meningkat seiring dengan naiknya debit air. Pengaturan debit air ini dilakukan dengan mengatur Katup 1 (gauge bawah) dan Katup 2 dan Katup 3 (gauge atas) yang berakibat penurunan dan kenaikan tekanan air di daerah sekitar gauge sebelum katup. Hal ini ditunjukkan oleh Gambar 4.2. Dalam Gambar 4.2. terlihat bahwa kenaikan debit yang dilakukan dengan mengatur Katup 1 dan membiarkan Katup 2 serta Katup 3 terbuka penuh menghasilkan penurunan tekanan pada gauge bawah dan kenaikan tekanan pada gauge atas.



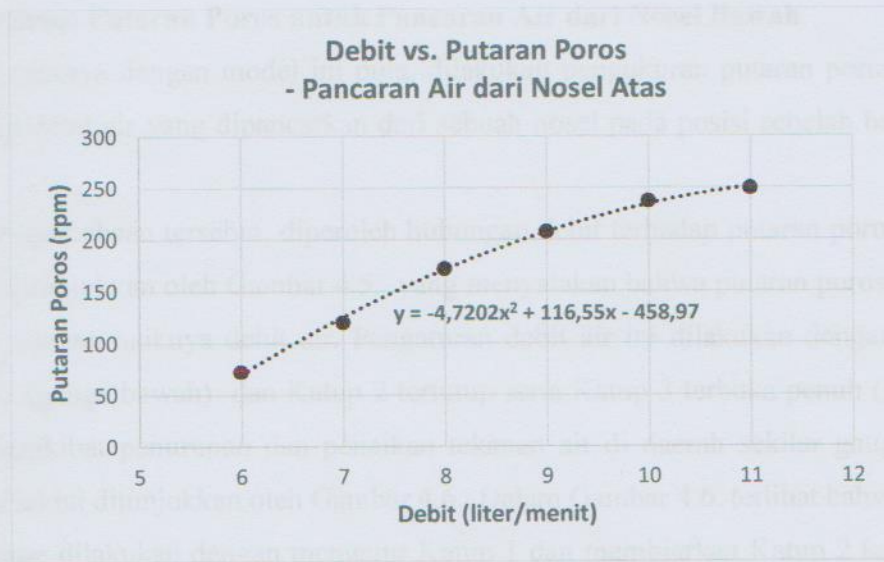


Gambar 4.2. Debit versus Tekanan dengan Pancaran Air dari Nosel Atas dan Bawah

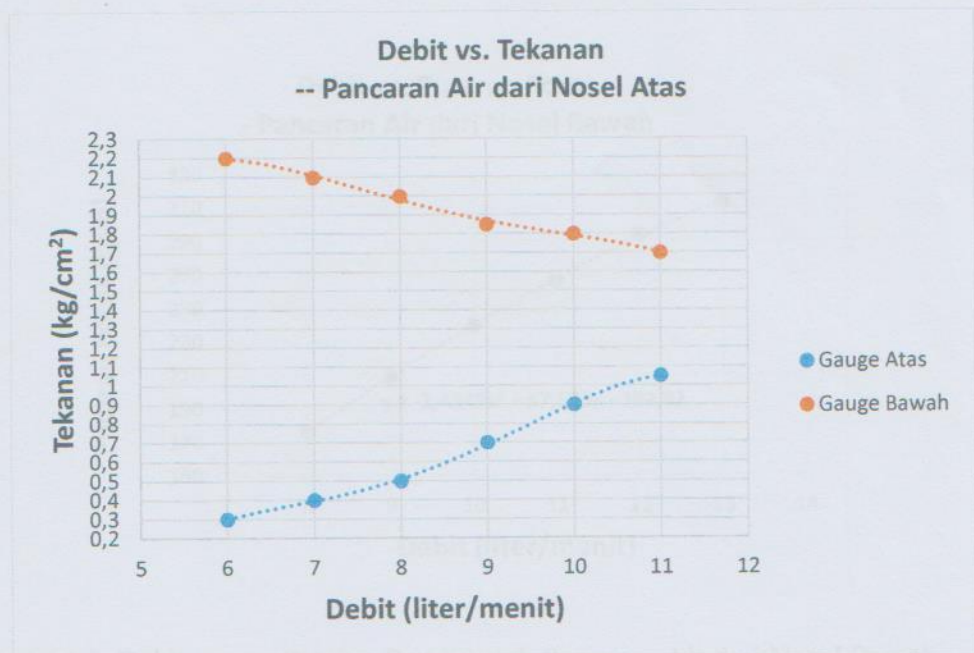
## 2. Debit versus Putaran Poros untuk Pancaran Air dari Nosel Atas

Selanjutnya dengan model ini dilakukan pengukuran putaran poros turbin air terhadap debit air yang dipancarkan dari sebuah nosel pada posisi sebelah atas poros turbin.

Dari percobaan tersebut, diperoleh hubungan debit terhadap putaran poros turbin air seperti ditunjukkan oleh Gambar 4.3. yang menyatakan bahwa putaran poros meningkat seiring dengan naiknya debit air. Pengaturan debit air ini dilakukan dengan mengatur Katup 1 (gauge bawah) dan Katup 2 terbuka penuh serta Katup 3 tertutup (gauge atas) yang berakibat penurunan dan kenaikan tekanan air di daerah sekitar gauge sebelum katup. Hal ini ditunjukkan oleh Gambar 4.4. Dalam Gambar 4.4. terlihat bahwa kenaikan debit yang dilakukan dengan mengatur Katup 1 dan membiarkan Katup 2 terbuka penuh serta Katup 3 tertutup menghasilkan penurunan tekanan pada gauge bawah dan kenaikan tekanan pada gauge atas.



Gambar 4.3. Debit versus Putaran Poros untuk Pancaran Nosel Atas



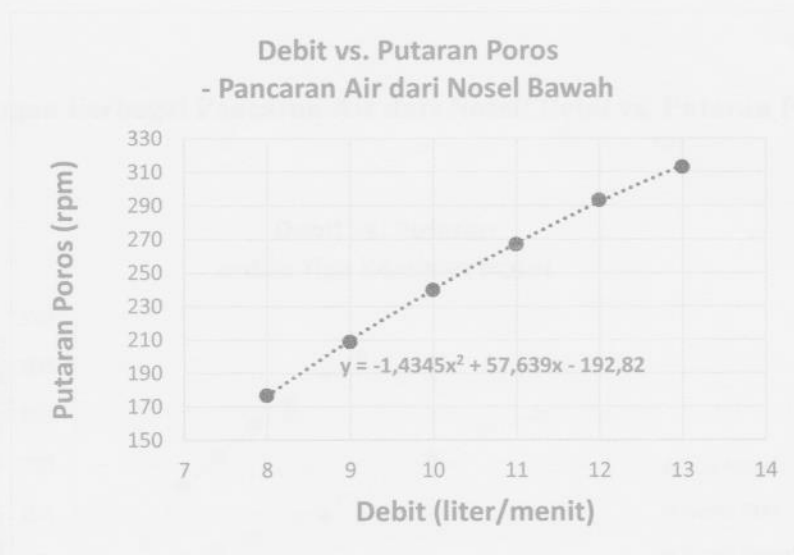
Gambar 4.4. Debit versus Tekanan dengan Pancaran Air dari Nosel Atas

### 3. Debit versus Putaran Poros untuk Pancaran Air dari Nosel Bawah

Selanjutnya dengan model ini pula, dilakukan pengukuran putaran poros turbin air terhadap debit air yang dipancarkan dari sebuah nosel pada posisi sebelah bawah poros turbin.

Dari percobaan tersebut, diperoleh hubungan debit terhadap putaran poros turbin air seperti ditunjukkan oleh Gambar 4.5. yang menyatakan bahwa putaran poros meningkat seiring dengan naiknya debit air. Pengaturan debit air ini dilakukan dengan mengatur Katup 1 (gauge bawah) dan Katup 2 tertutup serta Katup 3 terbuka penuh (gauge atas) yang berakibat penurunan dan kenaikan tekanan air di daerah sekitar gauge sebelum katup. Hal ini ditunjukkan oleh Gambar 4.6. Dalam Gambar 4.6. terlihat bahwa kenaikan debit yang dilakukan dengan mengatur Katup 1 dan membiarkan Katup 2 tertutup serta Katup 3 terbuka penuh menghasilkan penurunan tekanan pada gauge bawah dan kenaikan tekanan pada gauge atas.

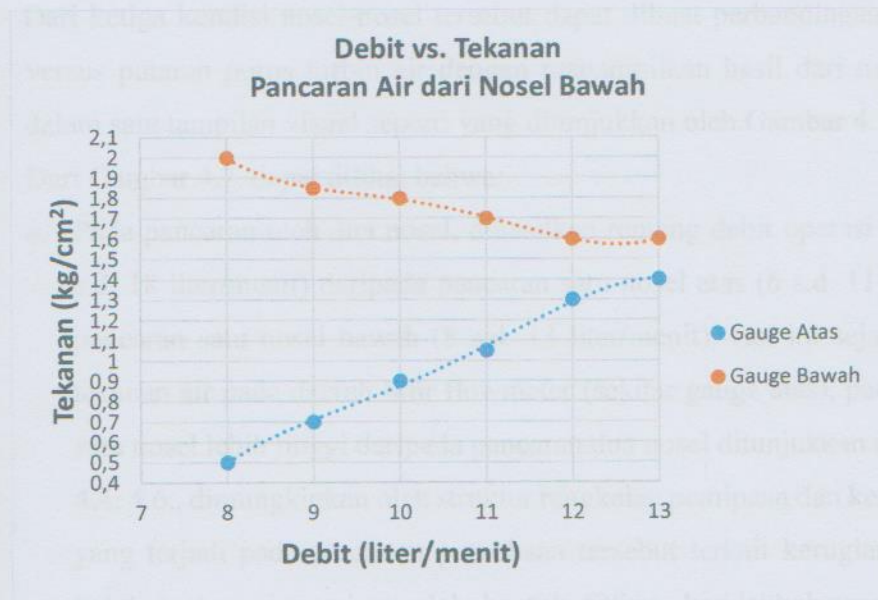
Gambar 4.5. Debit versus Putaran Poros untuk Pancaran Air dari Nosel Bawah



Gambar 4.5. Debit versus Putaran Poros untuk Pancaran Air dari Nosel Bawah

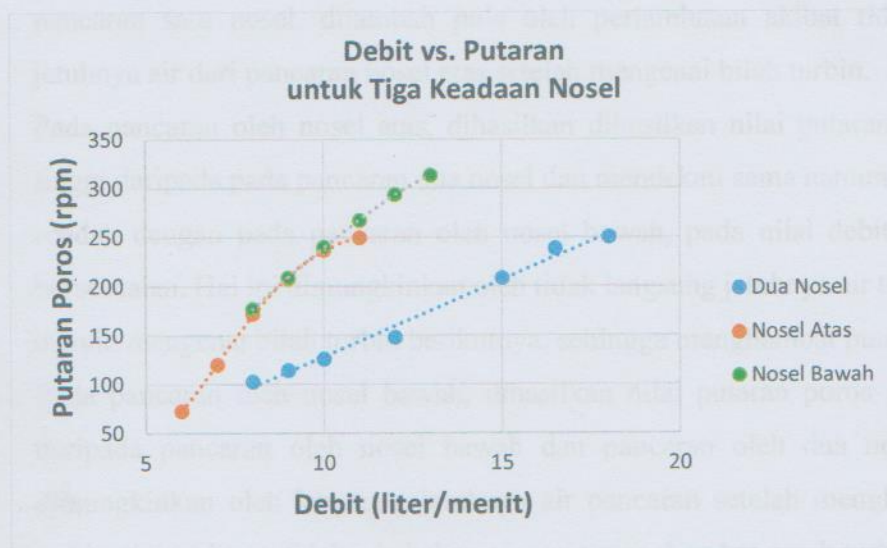
Gambar 4.6. Debit versus Putaran Poros untuk Tipe Landasan Poros





Gambar 4.6. Debit versus Tekanan dengan Pancaran Air dari Nosel Bawah

#### 4. Perbandingan Berbagai Pancaran Air dari Nosel: Debit vs. Putaran Poros.



Gambar 4.7. Debit versus Putaran Poros untuk Tiga Keadaan Nosel

Dari ketiga kondisi nosel-nosel tersebut dapat dibuat perbandingan mengenai debit versus putaran poros turbin air dengan menampilkan hasil dari masing-masing ke dalam satu tampilan visual seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.7.

Dari Gambar 4.7. dapat dilihat bahwa:

- a. Pada pancaran oleh dua nosel, dihasilkan rentang debit operasi lebih panjang (8 s.d. 18 liter/menit) daripada pancaran satu nosel atas (6 s.d. 11 liter/menit) atau pancaran satu nosel bawah (8 s.d. 13 liter/menit). Hal ini sejalan dengan nilai tekanan air pada daerah hilir flowmeter (sekitar gauge atas), pada pancaran oleh satu nosel lebih tinggi daripada pancaran dua nosel ditunjukkan oleh Gambar 4.2; 4.4; 4.6., dimungkinkan oleh struktur rangkaian pemipaan dan ketidaksempurnaan yang terjadi pada peralatan percobaan tersebut terkait kerugian tekanan akibat belokan, kerugian minor oleh bentuk fitting, ketidakhalusan sambungan dan sebagainya.
- b. Namun demikian, pada pancaran oleh dua nosel ini, diperoleh nilai putaran poros yang lebih rendah dibandingkan dengan pada pancaran satu nosel atas ataupun satu nosel bawah pada daerah debit pancaran air yang bersesuaian. Hal ini dimungkinkan oleh besarnya debit adalah kira-kira menjadi separuh daripada debit pancaran satu nosel, ditambah pula oleh perlambatan akibat tidak langsung jatuhnya air dari pancaran nosel atas setelah mengenai bilah turbin.
- c. Pada pancaran oleh nosel atas, dihasilkan dihasilkan nilai putaran poros lebih tinggi daripada pada pancaran dua nosel dan mendekati sama namun sedikit lebih rendah dengan pada pancaran oleh nosel bawah, pada nilai debit aliran yang bersesuaian. Hal ini dimungkinkan oleh tidak langsung jatuhnya air tetapi terlebih dahulu mengenai bilah turbin berikutnya, sehingga menghambat putaran turbin.
- d. Pada pancaran oleh nosel bawah, dihasilkan nilai putaran poros paling tinggi daripada pancaran oleh nosel bawah dan pancaran oleh dua nosel. Hal ini dimungkinkan oleh langsung jatuhnya air pancaran setelah menghantam bilah turbin air, sehingga tidak ada beban air yang menghambat gerak turbin.



#### D. Praktikum yang Mungkin Dikembangkan

Dengan Peralatan ini dapat dikembangkan Praktikum terkait Sistem PLTMH yang mendukung pembelajaran mata kuliah Mesin Konversi Energi dan mata kuliah Mekanika Fluida, dengan langkah-langkah kegiatan sebagai berikut:

1. Menghitung **putaran poros, tekanan terbaca pada gauge bawah dan gauge atas**, untuk berbagai Debit Air pada kondisi:
  - a. Pancaran Air dari Nosel Atas dan Nosel Bawah.
  - b. Pancaran Air dari Nosel Atas.
  - c. Pancaran Air dari Nosel Bawah.
2. Membuat **grafik hubungan debit versus putaran** dan **grafik hubungan debit versus tekanan** dari data yang diperoleh dalam langkah 1.
3. Membuat deskripsi dan analisis terkait sistem aliran dalam pipa, posisi pancaran nosel, dan turbin air, dari hasil yang diperoleh pada langkah 2.

Dengan praktikum semacam ini, diharapkan mahasiswa dapat lebih meresapi dan memahami topik bahasan terkait dalam mata kuliah Mesin Konversi Energi dan Mekanika Fluida serta terinspirasi dan termotivasi untuk membuat pengembangan lebih lanjut sistem-sistem konversi energi dalam tugas/proyek akhir mereka untuk jangka pendek maupun aplikasi di masyarakat/industri untuk jangka panjangnya.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah dapat dibuat model pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala laboratorium dengan spesifikasi: debit pancaran air pada nosel maksimum sebesar 18 liter/menit dan daya listrik yang dibutuhkan untuk menjalankan peralatan 125 Watt, dilengkapi alat ukur debit, maksimum : 18 L/menit, alat ukur tekanan, maksimum : 6 kg/cm<sup>2</sup> (90 psi)
2. Model pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala laboratorium yang dibuat tersebut dapat digunakan dalam pembelajaran mata kuliah konversi energi dan mekanika fluida.

#### B. SARAN

Hal-hal yang perlu diperbaiki dalam pembuatan model ini adalah:

1. Ketelitian (kepresisian) pemasangan antar komponen yang akan berakibat pada kelurusan (*alignment*) rangkaian,
2. Kerapatan penyambungan yang akan sangat berpengaruh pada ada tidaknya kebocoran air yang mengalir dalam saluran.
3. Perlu dilanjutkan penyempurnaan alat sehingga sampai output tegangan listrik yang dihasilkan,
4. Untuk pengembangan alat lebih lanjut dapat dibuat alternatif susunan peralatan, sebagai berikut:
  - a. Tiap nosel diberi pengukur tekanan dan debit, sehingga tekanan dan debit bisa dilihat dan diukur untuk tiap nosel,
  - b. Pada nosel diberi dudukan atau landasan sehingga sudut dan posisi nosel dapat dipastikan terhadap bilah, hal ini terkait dengan torsi yang dihasilkan bilah.
  - c. Perlu pengembangan bentuk dan susunan bilah/sudu.
  - d. Perlu diberi casing penutup di bagian perangkat nosel-wadah sehingga air tidak terlempar ke luar area wadah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Estratoglou, A & Nikolopoulou, B.** (2011). *Vocational Training as Educational Policy and as Policy for Employment and Labor Market.* (27-52). In M. Gravani (Ed.). *Vocational Education and Training.* Cyprus: Open University of Cyprus.
- Gerhart, P.M.**(1985). *Fundamentals of Fluid Mechanics.* Addison-Wesley Publishing Company.
- Katsikis, V.** (2007). *Educational Administration and Policy .* Athens: Ellin.
- Parisher, R.A.**(2002). *Pipe Drafting and Design.* Gulf Professional Publishing.
- Sam Kannappan, P.E.** (1986). *Introduction to Pipe Stress Analysis.* John Wiley & Sons.
- Sharma, R.K.**(2003). *Water Power Engineering.* S.Chand & Company Ltd. New Delhi.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENELITI

KETUA

### 1. Identitas Peneliti

Nama : Fredy Surahmanto, S. T., M.Eng.  
Tempat, Tanggal Lahir : Sleman, 13 Januari 1977  
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jurusan : Jurusan Pendidikan Teknik Mesin  
Alamat Rumah : Gancangan V RT02/RW09, Sidomulyo, Godean,  
Sleman, Yogyakarta, Kode Pos: 55564  
No. Handphone : 081229510076  
Alamat e-mail : fredy\_1301@yahoo.com

### 2. Pendidikan

Jenjang	Nama Perguruan Tinggi dan Lokasi	Tahun Lulus	Program Studi
S2	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	2001	Teknik Mesin
S1	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	2009	Teknik Mesin

### 3. Pengalaman Penelitian 5 Tahun Terakhir


No.	Judul Penelitian	Sumber Dana	Tahun
1.	Peningkatan Ketahanan Retak Las dan Kekuatan Mekanis pada Sambungan Las Busur Elektroda Terbungkus dengan Pemanasan Awal pada Elektroda	Fakultas	2007
2.	Pengembangan Sinergi Bahan Ajar Pneumatik-Hidrolik dan Perancangan dengan Pelaksanaan <i>Competence Based Training</i> di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY	Fakultas	2009
3.	Studi Performa Tungku Gasifikasi Biomassa pada Berbagai Laju Awal Udara Primer	BPPS	2009

### 4. Publikasi Karya Ilmiah 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Karya Ilmiah	Media Publikasi	Tahun
1.	Studi Performa Tungku Gasifikasi Biomassa pada Berbagai Laju Awal Udara Primer	Prosiding Seminar Nasional <b>Astechnova</b> ISSN:2086-0005 (FT UGM)	2009
2.	Peningkatan Ketahanan Retak Las dan Kekuatan Mekanis pada Sambungan Las Busur Elektroda Terbungkus dengan Pemanasan Awal pada Elektroda	Prosiding Seminar Nasional <b>RETII</b> ISSN:1907-5995 (STTNAS Yk)	2011

Yogyakarta, 14 Maret 2014

Yang Menyatakan,

  
**Fredy Surahmanto, S. T., M.Eng.**

NIP.197701132005011001



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENELITI

### ANGGOTA

#### 1. Identitas Peneliti

Nama : **Ir. Muh. Khotibul Umam Hasan, M.T**  
Tempat, Tanggal Lahir : Yogyakarta, 18 Juni 1965  
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jurusan : Pendidikan Teknik Mesin  
Alamat Rumah : Kalongan, Sinduadi, Mlati, Sleman  
No. Handphone : 0818469803  
Alamat e-mail : muh\_khotibul\_umam@yahoo.com

#### 2. Pendidikan

Jenjang	Nama Perguruan Tinggi dan Lokasi	Tahun Lulus	Program Studi
SI	Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya	2003	Rekayasa Perancangan & Manufaktur
SI	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	1994	Teknik Mesin

## DAYA PENELITIAN

### 3. Pengalaman Penelitian 5 Tahun Terakhir

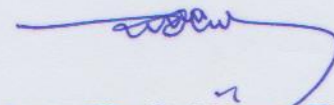
No.	Judul Penelitian	Sumber Dana	Tahun
1.	Pengembangan Modul Mekanika Teknik	Fakultas	2010
2.	Pengembangan Multi Media Interaktif Untuk mendukung Penerapan ATAM di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin	Fakultas	2009
3.	Optimalisasi Disain & Model Tungku Kaleng Bekas Berbahan Bakar Arang Kayu	Fakultas	2007

### 4. Publikasi Karya Ilmiah 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Karya Ilmiah	Media Publikasi	Tahun
1.	Pengaruh Pemanasan Dan Perubahan Bentuk Pada Kekuatan Tarik Polyvinyl Chloride (PVC)	Prosiding Simposium Nasional RAPI IX	2010
2.	Penggunaan Kaleng Bekas Sebagai Tungku Berbahan Bakar Arang Hemat Energi	Prosiding Simposium Nasional RAPI VII	2008

Yogyakarta, 14 Maret 2014

Yang Menyatakan,



**Ir. Muh. Khotibul Umam Hasan, M.T.**  
NIP. 196506181994031002

## BIAYA PENELITIAN

No.	Komponen	Besarnya
A	Biaya Pembuatan Alat dan Komponen Eksperimen	Rp 2.400.000,-
B	Biaya Pembuatan Laporan dan Penggandaan	Rp. 100.000,-
C	Biaya Manajemen, Seminar Instrumen dan Seminar Hasil Penelitian	Rp. 100.000,-
D	Honorarium Peneliti (1 Ketua dan 1 Anggota)	Rp. 400.000,-
<b>TOTAL BIAYA (A+B+C+D)</b>		<b>Rp. 3.000.000,-</b>

## JADWAL PENELITIAN

NO	KEGIATAN	Th.2014		Th.2015	
		Juli - Agust	Sept- Desemb	Jan-Juli	Agust- Sept
1	Pengajuan usulan	v			
2	Seleksi proposal	v			
3	Seminar instrumen	v			
4	Penyiapan Alat dan Bahan		v		
5	Pelaksanaan Penelitian			v	
6	Analisis Hasil Penelitian				v
7	Pembuatan Laporan dan Penulisan Artikel Jurnal				v
8	Seminar hasil				v
9	Laporan hasil				v



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281  
 Telp. (0274) 586168 psw. 278.285.280 (0274) 586734 Fax. (0274) 586734  
 website: <http://fti.uny.ac.id> [fti@uny.ac.id](mailto:fti@uny.ac.id) [teknik@uny.ac.id](mailto:teknik@uny.ac.id)

**LAPORAN PELAKSANAAN SEMINAR  
 HASIL PENELITIAN**

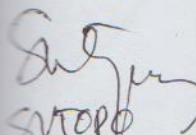
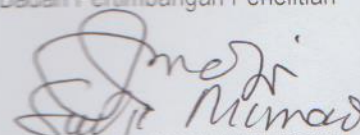
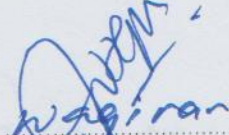
1. Nama Peneliti : Fredy Surahmanto, M.Eng.  
 2. Jurusan : PT. Mesin  
 3. Fakultas : Fakultas Teknik  
 4. Status Penelitian :  
 a. Mandiri  
 b. Kelompok  
 c. Latihan  
 d. Lain-lain  
 5. Judul Penelitian : *Rekayasa Model Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Suku Lab. Rusa Mendukung Pembelajaran Mekanika Energi dan Mekanika Fluida di Form FT UNY*  
 6. Pelaksanaan : Tanggal : 09 September 2015  
 Jam : 11.00 WIB s.d. selesai.  
 7. Tempat : Lab. Metrologi  
 8. Dipimpin oleh : Ketua : *Dr. Wagiran*  
 Sekretaris : *Dr. Sukris*  
 9. Peserta :  
 a. Konsultan : ..... orang  
 b. Nara Sumber : ..... orang  
 c. BPP : ..... orang  
 d. Peserta lain : *14* ..... orang  
 Jumlah : *17* ..... orang

10. Hasil Seminar : Setelah mempertimbangkan penyajian, penjelasan, argumentasi serta sistematika dan tata tulis, seminar berkesimpulan :

Laporan Instrumen Penelitian tersebut di atas:

- a. Diterima tanpa revisi/pembenahan
- b. Diterima dengan revisi/pembenahan
- c. Dibenahi, untuk diseminarkan ulang

11. Catatan:  
 1) *kelebihan/kelurahan peralatan yg dibuat perlu dicantumkan dan perlu ditunjukkan*  
 2) *Revisi: identifikasi, rumusan masalah, dan kesimpulan*  
 3) *Pemrosalahan pd latar belakang diplaukan pd penyataan kendala dan penulisan lembar energi*

Sekretaris, Mengetahui Ketua Sidang,  
Badan Pertimbangan Penelitian  
    
 NIP. 12710313200121001 NIP. 197303101978031003 NIP. 19750627200121001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
 FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Kampus Karangmelang, Yogyakarta, 55281  
 Telp. (0274) 586168 psk 276.286.292 (0274) 586734 Fax. (0274) 586734  
 website: <http://www.uny.ac.id> e-mail: [info@uny.ac.id](mailto:info@uny.ac.id) teknik@uny.ac.id

DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL PENELITIAN

Tanggal : Rabu, 09 September 2015

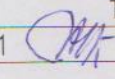
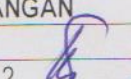
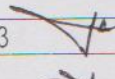
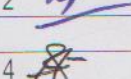
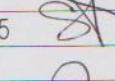
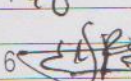
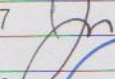

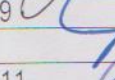
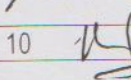
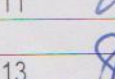
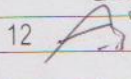
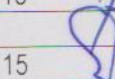
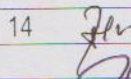
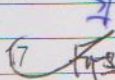
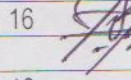
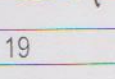
Nama Penyelenggara : Fredy Surahmanto, M.Eng.

Tema : PT. Mesin

Judul Penelitian : *Rekayasa Model Pembangkit Listrik Tenaga  
 Mikroturbin Skala Laboratorium guna Mendukung  
 Pembelajaran Mekanik Konversi Energi dan Mekanika  
 Fluida di JPM FT UNY*

Kelempok :

USULAN       INSTRUMEN       LAPORAN HASIL

NO	NAMA	GELAR	TANDA TANGAN	
	<i>Yatin Ngoulugan</i>	<i>M.Pd</i>	1	
	<i>The Sukherat</i>	<i>Prt. Dr</i>	2	
	<i>TIWAN</i>	<i>Mt</i>	3	
	<i>NURJATI</i>	<i>M.Pd.</i>	4	
	<i>SUTOPO</i>	<i>Dr. MT</i>	5	
	<i>Suprpto Rachmad S.</i>	<i>M.Pd</i>	6	
	<i>SILVIA ALINDA</i>	<i>Prt. Dr.</i>	7	
	<i>Eddy Nurhama</i>	<i>M.Pd</i>	8	
	<i>Wagiman</i>		9	
	<i>Setya Harti</i>	<i>M.Pd</i>	10	
	<i>Ridwan D.</i>	<i>M.Pd.</i>	11	
	<i>Ananto Leman S.</i>	<i>MT.</i>	12	
	<i>Ami Mardiana</i>	<i>M. Pd</i>	13	
	<i>Aan Ardian</i>	<i>M. Pd.</i>	14	
	<i>M. Kartika Lina</i>	<i>MT</i>	15	
	<i>FREDY SURAHMANTO</i>	<i>ST. / M.Eng</i>	16	
	<i>FEBRIANTO</i>	<i>ST., M.Eng</i>	17	
			18	
			19	
			20	
			21	
			22	
			23	
			24	
			25	

Yogyakarta, 09 September 2015

Pimpinan Sidang

*Wagiman*

NIP. 19750627 20012 100 1.